

## トルクによる簡易プレストレス導入工法の実証的研究

大阪大学名誉教授      名誉会員    〇鈴木 計夫  
 (株)長谷エコーポレーション      常松 豪  
 (株)長谷エコーポレーション      伊井 敬二  
 高周波熱錬株式会社      中村 佳史

### 1. はじめに

従来、構造部材にプレストレスを導入する場合は、緊張荷重及び鋼材の伸び量による精度の高い緊張管理を行うため、ジャッキ及び油圧ポンプ等の機器を用いた工法の採用が必要とされた。しかし、プレストレスの利用は導入力の大きい大型部材に限られるわけではなく、小部材、軽微な部材への利用範囲の拡大を考えるべきであった。

本研究は、プレストレス技術の利用範囲の拡大(ひび割れ・たわみの制御等)を目的に、簡易なプレストレス導入工法(トルクによる方法)をRC構造物に採用し、PRC構造とするために行った、基礎的実験、施工実験及び片持ちスラブの長期載荷実験の結果について報告する。

### 2. 工法概要

本工法は、アンボンドPC鋼棒(または、プレグラウトPC鋼棒)、摩擦低減ナット及びアンカープレートを使用し、トルクレンチ等を用いて手でナットを回転させることにより、コンクリート部材にプレストレスを導入するポストテンション工法である。



写真-1 トルクレンチによる手締め状況

### 3. 基礎的実験

#### (1) 目的

アンボンドPC鋼棒をコンクリート中に配置した試験体を用いて、本工法に関する基礎的データの収集を目的に、緊張端と固定端におけるトルクと荷重の相関性について調査を行なった。

#### (2) 実験方法

コンクリート中にアンボンドPC鋼棒を配した長さの異なる試験体を作製し、PC鋼棒の両端に圧縮センターホール型荷重計をセットし、PC鋼棒ねじ部に潤滑材を塗布した。実験の要因と水準を表-1に示す。

表-1 実験の要因と水準

要因	水準
PC鋼棒	SBPR 1080/1230 C種1号φ11mm
長さ	2m, 4m, 6m

緊張端側のナットを手動トルクレンチにて回し、トルク 60Nm までには一度に載荷し、そこから 10Nm ピッチで軸力を測定しながら緊張端の荷重が 60kN を超えるまで緊張した。

(3) 実験結果

トルク力と荷重の相関を図-1 に示す。緊張端のトルクと荷重の関係は、ほぼ比例関係となった。

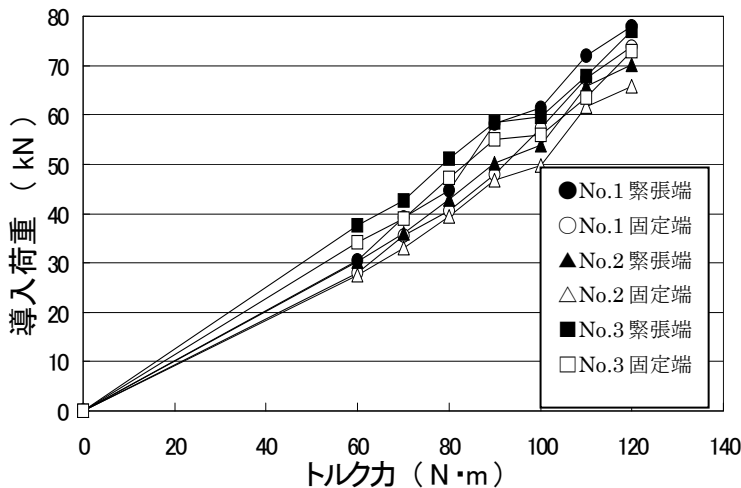


図-1 トルク力と荷重の関係 (6m 試験体 30°C)

4. 実建物による施工実験

(1) 概要

写真-2, 図-2 に示す片持ちスラブ (出幅 2.5m) のたわみ及びひび割れの制御を目的に本工法を採用した。床スラブ内にアンボンド PC 鋼棒 B 種 1 号  $\phi 11\text{mm}$  長さ 4.5m を 3 本配置し、コンクリートを打設した後に手動 (トルクレンチ) によりナットを回転させてプレストレスを導入した。

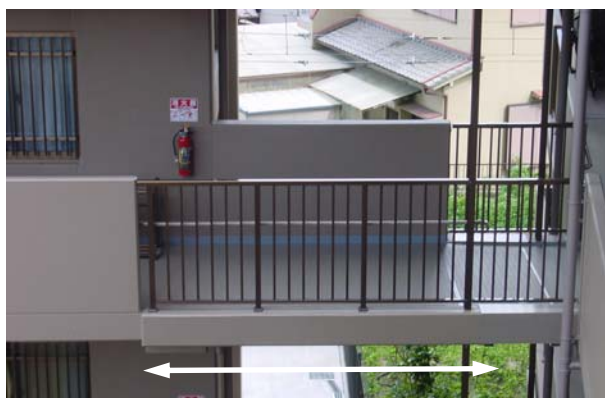


写真-2 渡り廊下 (片持ちスラブ出幅 2.5m)

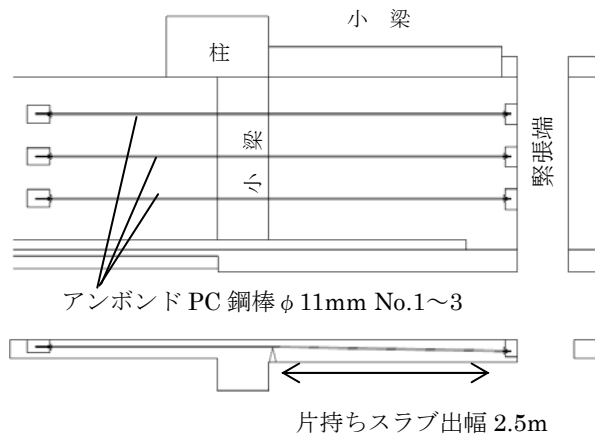


図-2 施工部位 (集合住宅の渡り廊下)

(2) 緊張端荷重の設定

本工法は、ナットを回転すると同時に PC 鋼棒にはねじりと引張力( $\sigma$ )が発生する。PC 鋼棒ねじ部に発生する等価応力( $\sigma v$ )が 0.2%耐力( $\sigma y$ )に達する時に破壊するものと考え、式  $\sigma v = 1.355 \sigma = \sigma y$  から  $\sigma = 0.738 \sigma y = 0.738 \times 88.4 = 65.2 \text{ kN}$  となり、緊張端荷重をそれ以下にするものとした。また、荷重のばらつきとして+20%の荷重が導入されても、安全なように緊張端荷重の設定を 50kN とした。

(3) 実施工による緊張

現場施工に先立って、トルクと荷重及び伸び量の関係を確認するため現場においても、基礎的実験と同様な方法で試験緊張を行った。実施工における緊張は、試験緊張で得た荷重とトルクの関係から一次締め 40Nm・二次締め 100Nm の2段階で行い、それぞれの時点における緊張側ナットからの鋼棒の拔出し量(伸び量)をデジタルノギスで測定した。図-3 に伸びの実測値と計算値の誤差を示す。誤差は±20%内であり全体の85%が±10%内であった。

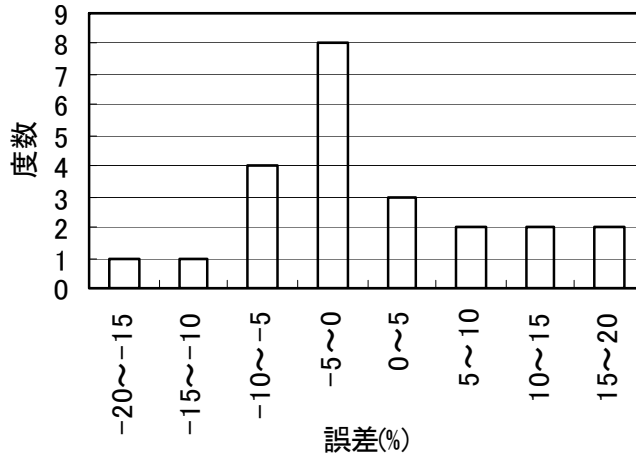


図-3 鋼棒の実測伸びと計算値との誤差

5. 片持ちスラブの長期荷重実験

(1) 実験方法

試験体一覧表を表-2 に、実験方法を図-4 に示す。コンクリート材令 34 日でトルクレンチを用いて緊張端部のナットを回転させて PC 鋼棒に 45 kN 程度の緊張力を導入後、型枠支保工解体し、片持ち先端の変位を計測開始した。その後、等分布荷重 (仕上げ荷重 0.6 kN/mm<sup>2</sup>)、先端集中荷重 (コンクリート手摺荷重を想定した 4 kN/m) の順で荷重した。

表-2 試験体一覧表

名称	構造	スラブ厚さ	主筋	PC 鋼棒
RC1	RC	350 mm	上端: 5-D16 下端: 5-D13	—
PRC1	PRC			2-φ11
PRC2	PRC	250 mm		
共通事項	スラブ跳ね出し長さ: 3.5m コンクリート $\sigma_B = 24.2\text{N/mm}^2$ , $E_c = 28.6\text{kN/mm}^2$ 鉄筋 D13: $\sigma_y = 357\text{N/mm}^2$ , D16: $\sigma_y = 382\text{N/mm}^2$ PC 鋼棒 $\phi 11$ (アンボンド): $\sigma_y = 1240\text{N/mm}^2$			

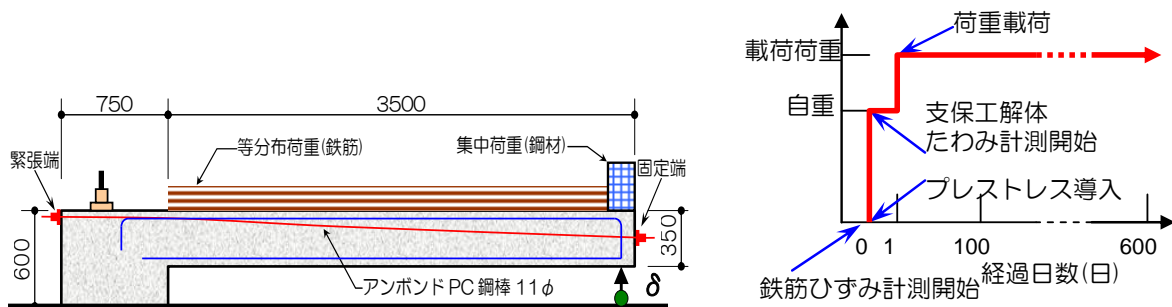


図-4 実験方法模式図 (PRC1 試験体)

## (2) 実験結果

長期載荷時の性状に関し、図-5 にたわみと外気温の経時変化を示す。片持ち床先端のたわみは、初期の100日程度で7~8割程度が進行し、約360日経過後外気温の低下とともに若干増大している。

曲げひび割れが発生しなかった試験体 (PRC1) のたわみは、ひび割れが発生した試験体 (RC1、PRC2) の1/2~1/3程度となった。

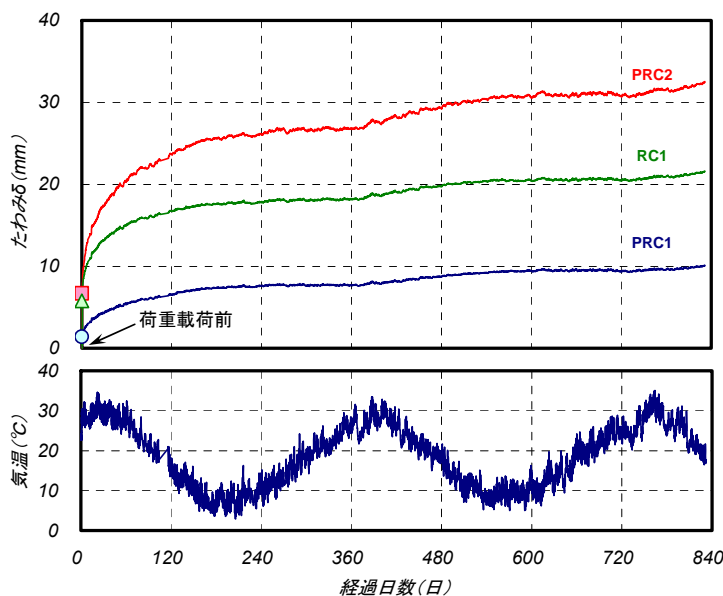


図-5 たわみ及び外気温の経時変化

## 6. まとめ

基礎的実験、施工実験及び片持ちスラブの長期載荷実験から、アンボンドPC鋼棒を使用した場合のトルクによる緊張について、以下のことを確認した。

- ・緊張端のトルクと荷重の関係は、ほぼ比例関係となった。
  - ・アンボンドPC鋼棒B種1号φ11mmを使用し、本工法を採用した場合、50kN/本程度のプレストレスを導入することが可能である。また、緊張作業中にナットが戻る現象があったため、再度室内実験でマーキングにより確認したところ、ワッシャーとプレート間で滑り戻りが発生しており、荷重の低下が無いことを確認した。
  - ・試験緊張を実施した結果、緊張端のトルクと荷重の関係は、基礎的実験結果とほぼ同様な比例関係であった。
  - ・トルクレンチを使用し一定のトルクで緊張した結果、実測した鋼棒の伸び量は、計算値の±20%以内の誤差であった。
  - ・片持ち床へのトルク式プレストレス導入工法により、軽微なプレストレスを導入することで、曲げひび割れ強度の上昇によるひび割れ発生抑制及び長期たわみの抑制に有効であることを確認した。
- 以上の様に、今回のプレストレス導入はナットの手動締付けによって行ったが、従来の精度を少し落とせば十分実用的であることがわかった。

## 参考文献

鈴木計夫・常松 豪・伊井敬二・山根弘士・中村佳史：トルクによる簡易プレストレス導入工法の実証的研究、日本建築学会学術講演梗概集、A-1分冊、P557-558、2004年